

VŠB – Technická univerzita Ostrava
Fakulta elektrotechniky a informatiky

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

2013

Šimon Vlček

VŠB – Technická univerzita Ostrava
Fakulta elektrotechniky a informatiky
Katedra elektroenergetiky

Rekonstrukce a údržba sítí vn a nn

Reconstruction and Maintenance of MV and LW Lines

2013

Šimon Vlček

Zadání bakalářské práce

Student:

Šimon Vlček

Studijní program:

B2649 Elektrotechnika

Studijní obor:

3907R001 Elektroenergetika

Téma:

Rekonstrukce a údržba sítí vn a nn
Reconstruction and Maintenance of MV and LW Lines

Zásady pro vypracování:

V bakalářské práci zpracujte následující problematiku:

- o Druhy rozvodných sítí.
- o Platná legislativa z oblasti prací na elektrických zařízeních.
- o Trendy v údržbě
- o Rekonstrukce sítí
- o Přepětí v distribučních sítích
- o Závěr.

Seznam doporučené odborné literatury:


- o Hradílek Z.: Elektroenergetika distribučních a průmyslových sítí, skriptu VŠB-TU Ostrava 2008
- o Krejčí P.: Cvičení z elektroenergetiky, skriptu VŠB-TU Ostrava 2003
- o Santarius, P.: Elektrické stanice a vedení, VŠB Ostrava 1993
- o Toman, P. a kol.: Provoz distribučních soustav, ČVUT Praha 2011, ISBN 978-80-01-04935-8
- o Tlustý, J. a kol.: Monitorování, řízení a chránění elektrizačních soustav, ČVUT Praha 2011, ISBN 978-80-01-04940-2
- o Tlustý, J. a kol.: Návrh a rozvoj elektroenergetických sítí, ČVUT Praha 2011, ISBN 978-80-01-04939-6
- o <http://www.eru.cz/>
- o Další podle pokynů vedoucího práce

Formální náležitosti a rozsah bakalářské práce stanoví pokyny pro vypracování zveřejněné na webových stránkách fakulty.

Vedoucí bakalářské práce: **doc. Ing. Radomír Goňo, Ph.D.**

Datum zadání: 30.11.2012

Datum odevzdání: 07.05.2013


prof. Ing. Stanislav Rusek, CSc.
vedoucí katedry

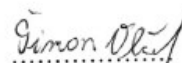



prof. RNDr. Václav Snášel, CSc.
děkan fakulty

Prohlášení

„Prohlašuji, že jsem tuto bakalářskou práci vypracoval samostatně. Uvedl jsem všechny literární prameny a publikace, ze kterých jsem čerpal.“

V Ostravě 1.5.2013


Šimon Vlček

Abstrakt

Bakalářské práce pojednává o jednotlivých typech rozvodných sítí nízkého a vysokého napětí. Nejprve začínám popisovat druhy rozvodných sítí podle napěťových hladin, typu zapojení sítě, podle druhu použitých vodičů, přičemž větší pozornost je věnována izolovaným vedením nízkého napětí označované AES. Pozornost je dále věnována údržbě a ochraně sítí proti přepětí.

Hlavním cílem této bakalářské práce, je finanční porovnání tří druhů rekonstrukcí venkovního vedení.

Klíčová slova

venkovní vedení; kabelová vedení; údržba; přepětí

Abstract

This bachelor thesis focuses on the different types of high and low voltage electric grids.

At first there are described types of electric grids according to voltage level, the type of grid connection and the type of used wires, while the main focus of the thesis is on the isolated low voltage power line named AES. The thesis also concentrates on the maintenance and protection of grids against over-voltage.

The main aim of this bachelor thesis is to compare financially three types of power line reconstruction.

Key Words

power line; cable line; maintenance; over-voltage

Seznam použitých zkratk

nn	Nízké napětí
vn	Vysoké napětí od 1kV do 52 kV (zař. 3, 6, 10, 22 a 35 kV)
vvn	Velmi vysoké napětí nad 52 kV (zař. 110 kV)
ŘPÚ	Řád preventivní údržby
DS	Distribuční soustava
PP	Pracovní postup
IDS	Integrované dceřiné společnosti
ČDS	ČEZ Distribuční služby, s.r.o.
ČEZ	Česká energetická společnost ČEZ, a.s.

Poděkování

Rád by touto cestou poděkoval vedoucímu bakalářské práce Doc. Ing. Radomíru Goňovi, Ph.D. a Ing. Milanu Blokšovi za cenné rady a připomínky k obsahu a zpracování mé bakalářské práce.

Obsah

ÚVOD.....	10
1 DRUHY ROZVODÝCH SÍTÍ.....	11
1.1 VENKOVNÍ VEDENÍ.....	11
1.1.1 Venkovní vedení vn.....	11
1.1.2 Venkovní vedení NN 0,4/0,23kV	12
1.2 KABELOVÁ VEDENÍ.....	13
1.2.1 Kabelová vedení vn	13
1.2.2 Kabelová vedení nn	14
1.3 ROZDĚLENÍ SÍTÍ Z HLEDISKA ZPŮSOBU PROVOZOVÁNÍ.....	15
1.3.1 Paprsková síť	15
1.3.2 Okružní síť (jeden napáječ)	15
1.3.3 Okružní síť (více napáječů)	15
1.3.4 Mřížové sítě.....	16
1.4 PODPĚRNÉ BODY VENKOVNÍCH VEDENÍ.....	16
1.4.1 Betonové sloupy	16
1.4.2 Příhradové stožáry	17
1.4.3 Dřevěné sloupy	17
1.4.4 Ocelové sloupy	18
1.4.5 Střešníky a konzoly	18
2 Platná legislativa z oblasti prací na elektrických zařízeních	19
2.1 ZÁKLADNÍ PRINCIPY	19
2.2 BĚŽNÉ PROVOZNÍ POSTUPY	19
2.3 PRACOVNÍ POSTUPY	20
2.3.1 Indukce	20
2.3.2 Atmosférické podmínky	20
2.3.3 Základní členění prací na elektrickém zařízení nebo v jeho blízkosti:.....	20
2.4 ÚDRŽBA	22
3 Trendy v údržbě	23
3.1 SPOLEHLIVOSTNĚ ORIENTOVANÁ ÚDRŽBA	23
3.2 ŘÁD PREVENTIVNÍ ÚDRŽBY (ŘPÚ)	23
3.2.1 Pracovní postupy	24
3.2.2 Seznam pracovních postupů	24
3.3 UPŘESNĚNÍ NĚKTERÝCH PRACOVNÍCH POSTUPŮ	25
3.3.1 Vedení nn	25
3.3.2 Vedení vn	26

3.4	ZÁZNAM O PROVEDENÉ KONTROLE DLE ŘPÚ	27
3.5	ČIŠTĚNÍ ELEKTRICKÝCH ZAŘÍZENÍ POD NAPĚTÍM	28
4	Přepětí v distribučních sítích.....	29
4.1	OCHRANA SÍTÍ PROTI PŘEPĚTÍM	29
4.1.1	Umístění omezovačů přepětí v síti nn	29
4.1.2	Zásady dimenzování svodičů přepětí	30
4.1.3	Měření zemniče, měrného odporu půdy	30
4.1.4	Typy svodičů přepětí	31
5	Rekonstrukce sítí.....	34
5.1	REKONSTRUKCE SÍTĚ IZOLOVANÝM VODIČEM TYPU AES 4x120	34
5.2	REKONSTRUKCE SÍTĚ ZEMNÍM KABELEM TYPU AYKY 3x120+70	38
5.3	POSÍLENÍ STÁVAJÍCÍHO VEDENÍ ALFE 4X42 VODIČEM AES 4x95.....	39
5.4	ZHODNOCENÍ VARIANT	39
ZÁVĚR.....		41
Seznam příloh		43

ÚVOD

Předmětem mé bakalářské práce jsou rozvodné sítě nízkého a vysokého napětí. Motivací pro výběr tohoto tématu byla skutečnost osmileté praxe jako elektromontér, pracující na zařízení nn a vn, kde mou hlavní náplní je provádění rekonstrukcí sítí a oprav poruch.

Práce je rozvržena do pěti kapitol. První kapitola popisuje jednotlivé rozdělení rozvodných sítí podle napěťových hladin, popis nejčastěji používaných vodičů a druhy podpěrných bodů. Ve druhé kapitole se zabývám platnou legislativou z oblasti práce na elektrickém zařízení, kde se zaměřuji na základní principy, pracovní postupy a údržbu. Údržba je hlavním bodem následující kapitoly, kde se zaměřuji zejména na ŘPÚ a popisuji jeho základní pracovní postupy.

Praktická část je obsahem páté kapitoly, kterou jsem se rozhodl nazvat Rekonstrukce sítí. Předmětem bude, finanční porovnání tří druhů možného provedení rekonstrukce venkovního vedení AlFe 42 z důvodu nedostačujícího průřezu. V první variantě, provádím demontáž stávajícího vedení a nahrazuji jej vodičem AES 4x120. Ve druhé variantě dochází ke kompletní demontáži stávajícího vedení včetně podpěrných bodů, nahrazení stávajícího vedení je provedeno kabelem AYKY 3x120+70. Jako třetí variantu jsem zvolil posílení stávajícího vedení vodičem AES 4x95.

V závěru jsou vyhodnoceny výsledky vyplývající z této bakalářské práce.

1 DRUHY ROZVODÝCH SÍTÍ

V elektrizační soustavě České republiky u vn jsou tyto hladiny napětí 3,6,10,22,35 kV. U nízkého napětí 0,4/0,23 kV. Rozvodné sítě vn a nn můžeme rozdělit do dvou hlavních skupin a to na vedení venkovní a kabelová.

1.1 VENKOVNÍ VEDENÍ

Je energetické zařízení určené k přenosu elektrické energie, kde je ochrana před nebezpečným dotykem řešena polohou. Nejčastěji se využívá v obcích, okrajích větších měst a v místech, kde je nižší hustota zástavby. [4]

Je tvořeno podpěrnými body, konzolemi, izolačními prvky a vodiči. Základním parametrem, určující volbu vodiče, jsou elektrické a mechanické parametry:

- Malá hmotnost z důvodu zatížení nosných částí vedení.
- Velká elektrická pevnost.
- Odolnost vůči chemickým vlivům.
- Malé pořizovací náklady.

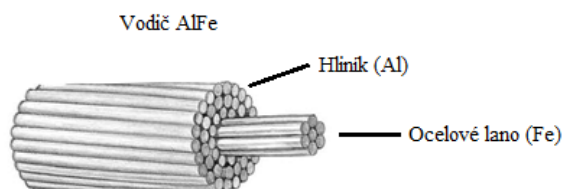
1.1.1 Venkovní vedení vn

Začíná na průchodkách zděných rozveden vvn/vn a končí v transformačních stanicích, na koncích kabelového svodu, na svorkách ze kterých vedení pokračuje na vedení kabelové.

Rozdělení z hlediska způsobu provozování:

- Hlavní vedení (vycházející z transformovny vvn/vn)
- Okružní vedení (napájení ze dvou stran)
- Vedení paprsková (odbočky a přípojky) [3]

U vysokého napětí je nejčastěji používaný materiál hliník (Al), jeho nevýhodou je malá pevnost a proto se vyrábí s kombinací ocelového lana těchto typů: AlFe 42/7, AlFe 70/11-1, AlFe 110/22, AlFe 180/31. [5]



Obrázek 2-1: Vodič AlFe [9]

Z ekonomických důvodů se slané závěsné kabely používají zřídka. Jsou to tři žilové vodiče, s plnou izolací a stíněním, v jejichž středu je umístěné nosné ocelové lano, které je také používáno k upevnění k podpěrnému bodu.

Třetím typem jsou jednoduché izolované vodiče, které tvoří slitina hliníku a základní izolace, přičemž je toto vedení z hlediska ochrany před nebezpečným dotykem živých částí považováno za vedení bez ochrany. Využití je v místech, kde je požadavek na zúžení ochranného pásma.

1.1.2 Venkovní vedení NN 0,4/0,23kV

Stejně jako u vedení VN, se u vedení nízkého napětí používají vodiče AlFe, které jsou v České republice nejčastěji nahrazovány vodiči AES, což je čtyřvodičový systém, který je tvořen čtyřmi hliníkovými, slanými vodiči stejného průměru, navzájem odizolovanými. Jednotlivé fáze jsou rozlišeny různým počtem podélných výstupků podél celé délky vodiče, kromě ochranného. Průřez vodičů se pohybuje v rozmezí $16/120\text{mm}^2$. Jsou určeny pro max. hodnotu napětí do 1kV.



Obrázek 2-2: Čtyřvodičový systém AES [9]

Druhy provedení vodičů AES:

- Dvoužilový systém
- Čtyřžilový systém
- Čtyřžilový systém s přidavnou žilou
- Čtyřžilový systém s přidavnými dvěma žilami

Výhody izolovaných vodičů AES:

- Větší přenosové schopnosti vedení
- Snížení mechanického namáhání podpěrných bodů sítě
- Při rekonstrukci je možnost využití stávajících podpěrných bodů
- Omezení průseků a oklešťování stromů
- Rychlá a jednoduchá montáž

1.2 KABELOVÁ VEDENÍ

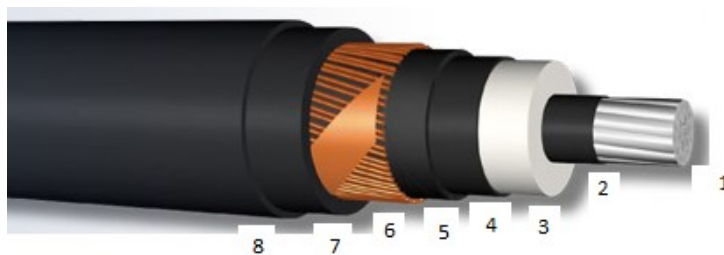
Kabelové vedení je provedeno kabely určenými pro pokládku do země. Toto vedení vn a nn se nejčastěji využívá v místech, kde výstavba venkovního vedení není možná z důvodu zastavěné plochy, nejčastěji v městských aglomeracích. Využití tohoto vedení je ovšem i mimo města a to v místech, kde z prostorových a bezpečnostních důvodů nemůžeme uplatnit vedení venkovní. Kabelové vedení má několika násobně vyšší cenu oproti venkovnímu vedení. Často se tedy provádí kombinace kabelového a venkovního vedení u vn i nn. Nejčastěji používaný materiál je hliník (Al). Při rekonstrukcích a poruchách nejčastěji nahrazujeme kabely s papírovou a olejovou izolací, za kabely polyetylenové, které dosahují vyšší elektrické pevnosti. [7]

1.2.1 Kabelová vedení vn

Kabelová vedení vn začínají u vývodů z rozvoden vysokého napětí nebo svodem z venkovního vedení a končí svodem na venkovní vedení nebo v koncové transformační stanici. Ukládání kabelů se provádí podle projektové dokumentace, ve které jsou vyřešeny křížení a souběhy s jinými inženýrskými sítěmi. Nejčastěji používaný kabel je AXEKVCEY.

Použití AXEKVCEY:

Jednožilový distribuční kabel pro vnitřní i venkovní použití v 3fázovém uspořádání. Instalace do trubek a pokládka do země/vzduchu. Plní požadavky PNE 34 76 25, je možno používat v prostoru IV, V a VI podle PNE 33 0000-2. [7]



Obrázek 2-7: AXEKVCEY [9]

1. Jádru: kulaté a komprimované
2. Dolní polovodivá vrstva
3. Izolace
4. Horní polovodivá vrstva
5. Vodu blokující páska
6. Žíhané měděné dráty
7. Plášť
8. Ochranný plášť

1.2.2 Kabelová vedení nn

Kabelové vedení nízkého napětí začíná vývodem z transformačních stanic a končí v přípojkové skříně odběratele, v pilířích a ve skříních VRIS umístěných na podpěrných bodech, ze kterých mohou být dále napojena na vedení venkovní. Kabelové sítě nn se budují tam, kde není možno realizovat vedení venkovní. V městech s vysokou hustotou zástavby se provozuje síť mřížová, která je v bezporuchovém stavu zapojena jako síť paprsková nebo okružní. [7]

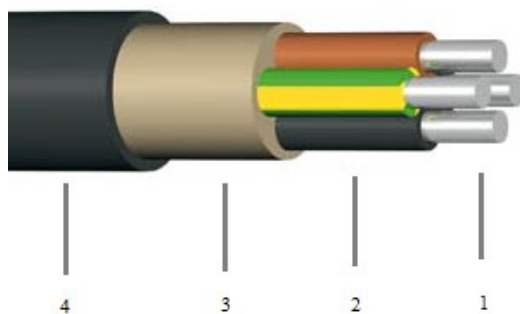
Hlavní kabelová vedení nn se nejčastěji realizuje jako vedení okružní, které se provádí smyčkováním kabelových skříní. Odbočení ze stávající smyčky se provádí vsazením kabelové skříně nebo pilíře do dané smyčky. Odbočování pomocí T-spojek (tčkování) se v Severomoravském kraji nevyužívá. [4]

Členění kabelových sítí:

- Hlavní – Nejčastěji se provádí vodiči AYKY 3x240+120, AYKY 3x120+70 v provedení se sektorovým, slaněným jádrem SM.
- Odbočky – AYKY 3x120+70 SM, AYKY 4x70-jádro kruhové plné RE.
- Přípojky – AYKY 4x25, 4x16, využití mědi, kabel CYKY 4x10.[3]

Konstrukce kabelu AYKY:

1. Al jádro (RE, RM, SM)
2. Izolace (PVC)
3. Obal (plastová páska nebo výplňová guma)
4. Plášť (PVC černý, odolný proti UV záření)

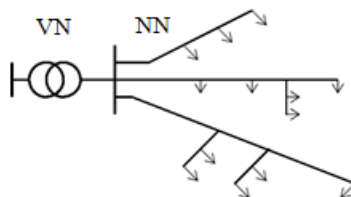


Obrázek 2-7:kabel AYKY [9]

1.3 ROZDĚLENÍ SÍŤÍ Z HLEDISKA ZPŮSOBU PROVOZOVÁNÍ

1.3.1 Paprsková síť

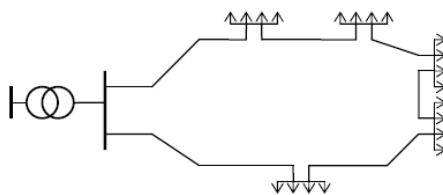
Používá se jak u kabelového, tak u venkovního vedení. V napěťových hladinách vysokého i nízkého napětí. U této sítě vychází jeden vývod z napájecího místa, v případě poruchy na kabelu dochází k přerušení dodávky elektrické energie. [1]



Obrázek 2-3: Paprsková síť

1.3.2 Okružní síť (jeden napáječ)

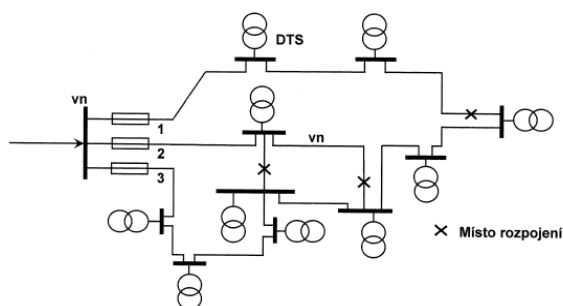
Používá se jak u kabelového, tak u venkovního vedení. V napěťových hladinách vysokého i nízkého napětí. Mají větší spolehlivost dodávky elektrické energie než sítě paprskové, ale zato jsou finančně náročnější. V případě poruchy dochází k přerušení dodávky elektrické energie na dobu, která je potřebná k vymanipulování poruchy. [1]



Obrázek 2-4: Okružní síť (jeden napáječ)

1.3.3 Okružní síť (více napáječů)

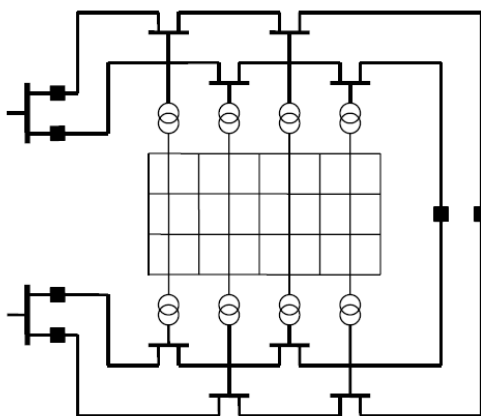
Je tvořena několika napájecími vedeními (max. 4), které jsou navzájem zapojeny do kruhu. Využití zejména u kabelového vedení. [1]



Obrázek 2-5: Smyčková síť (více napáječů)

1.3.4 Mřížové síť

Používá se u kabelových sítí nízkého napětí, v České republice se u VN nepoužívají. Provádí se pro napájení větších měst s 3 až 5 napájecími vedeními. Díky těmto sítí můžeme zaručit vysokou spolehlivost dodávky elektrické energie. [1]



Obrázek 2-6: Mřížová síť

1.4 PODPĚRNÉ BODY VENKOVNÍCH VEDENÍ

Betonové a dřevěné sloupy, příhradové stožáry patří mezi základní konstrukční prvky venkovního vedení. Za podpěrné body můžeme považovat konstrukci příhradové trafostanice i části budov, ke kterým jsou upevněny konzole a sřešníky. Hlavním úkolem podpěrného bodu je dostát silového působení, které je na něj kladeno a splnit požadavky na bezpečný provoz.

1.4.1 Betonové sloupy

Betonové sloupy jsou v současnosti nejpoužívanější podpěrné body. Jejich hlavní výhodou je dlouhá životnost. Vyrábějí se z ocelové konstrukce, která je zalitá betonem. O délkách 9 až 13,5 m a

dovolených vrcholových sil 3 až 25 kN. Betonové sloupy se mohou realizovat jako zdvojené, přičemž získávají dvojnásobné vrcholové namáhání. Vrcholy sloupu se vybavují plastovými čepičkami proti zatékání vody. [3]

Podle použití ve vedení rozlišujeme:

- Nosné, průběžné
- Rohové
- Odbočné
- Koncové

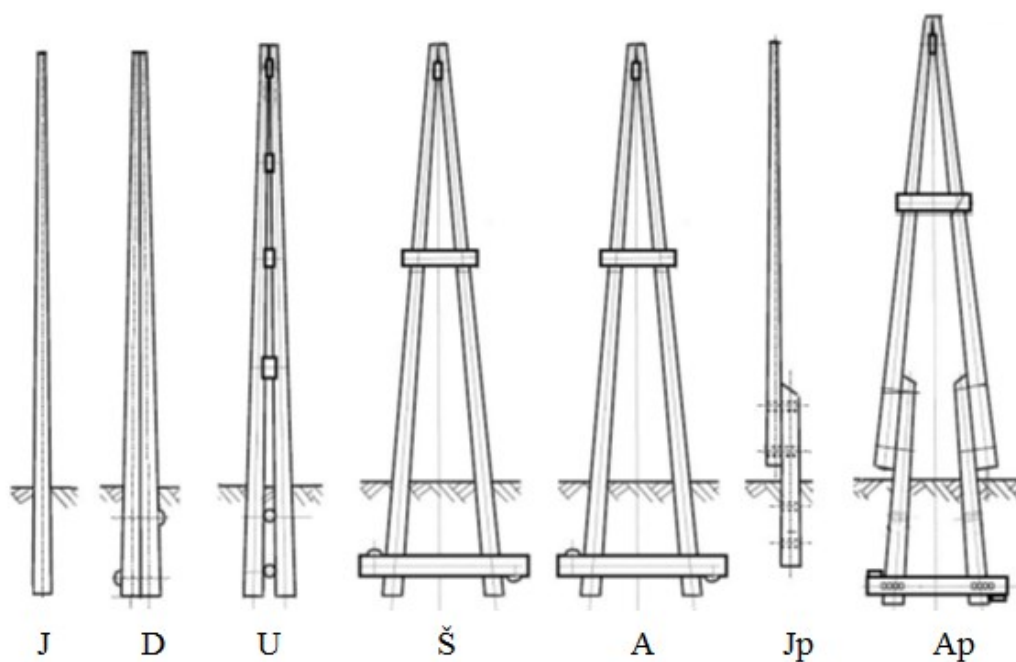
1.4.2 Příhradové stožáry

Hlavní využití příhradových stožárů je zejména u vedení velmi vysokého napětí. U vysokého napětí se tyto stožáry využívají z důvodu zvýšení vedení do vyšších poloh a při vysokých vrcholových silách. Nevýhody těchto podpěrných bodů jsou vysoké náklady a oxidace konstrukce, tu se však snažíme zabránit žárovým zinkováním. Vyrábějí se o délkách 12 až 24m a dovolených vrcholových sil 12 až 80kN. [3]

1.4.3 Dřevěné sloupy

Dřevěné sloupy se hlavně používají jako podpěrné body v místech, kde je znemožněný přístup pro mechanizaci, potřebnou k postavení betonových sloupů. Jejich nevýhodou je krátká životnost zapříčiněná hnilobou. Můžeme je použít pro vedení všech druhů vodičů. Důležité využití v lesních průsecích. Dřevěné sloupy dělíme na sloupy určené k montáži na betonovou patku a sloupy určené přímo do země (část v zemi musí být hloubkově impregnována). Dřevěné sloupy se realizují jako jednoduché nebo pro zvýšení vrcholových tahů jako zdvojené. Namáhání na vrcholu se pohybuje od 5 až 15 kN. Vrchol sloupu musí být seřezán do tvaru střížky, na kterou je umístěna PVC krytka proti stékající vodě.

Dřevěné sloupy rozlišujeme podle způsobu provedení na typy J (p), D (p) U (p), A (p) a Š (p), kde *p* znamená montáž na železobetonovou patku. [3]



Obrázek 2-8: Druhy dřevěných sloupů

1.4.4 Ocelové sloupy

Tyto sloupy jsou svařovány z ocelového plechu, mají konický tvar. Výhodou jsou jejich nízké náklady a dlouhá životnost. V dnešní době se nevyužívají.

1.4.5 Střešníky a konzoly

- Střešníky – Jsou to ocelové trubky upevněné do částí domů. Zvýšení jejich nosnosti docílíme při kombinaci s kotvou nebo vzpěrou.
- Konzoly – Jsou to ocelové konstrukce, které jsou zasekané do části domu.

Tyto podpěrné body se nejčastěji využívají k ukončení venkovního vedení pro přípojky k odběratelům, montáž hlavních linek se tímto způsobem provádí ve výjimečných případech. [3]

2 Platná legislativa z oblasti prací na elektrických zařízeních

ČSN EN 50110-1

Tato norma platí pro obsluhu a práci na elektrických zařízeních, s elektrickými zařízeními nebo v jejich blízkosti. Jedná se o elektrická zařízení provozovaná s úrovní od malého napětí až po vysoké napětí. Norma stanovuje požadavky na bezpečnou obsluhu elektrických zařízení a práci na nich, nebo v jejich blízkosti.

Tyto požadavky se týkají obsluhy, práce a údržby. Platí pro veškerou neelektrickou pracovní činnost, například stavební práce v blízkosti venkovního vedení nebo zemních kabelů, stejně jako pro pracovní činnost na elektrických zařízeních tam, kde existuje elektrické riziko. Norma neplatí pro instalace a zařízení, které jsou navrženy a instalovány k používání laiky.

2.1 ZÁKLADNÍ PRINCIPY

Před započítím jakékoliv práce na elektrickém zařízení nebo jeho obsluhy, musí být provedeno hodnocení elektrického rizika a musí být stanoveno, jakým způsobem musí být práce nebo obsluha vykonávána a jaká opatření musejí být pro zajištění bezpečnosti provedena. Osoby musejí být školeny z bezpečnostních předpisů a místních pracovních předpisů. Osoby musejí nosit vhodný oděv vhodný pro místo a podmínky kde pracují. Vedoucí práce musí dbát na dodržování všech pokynů a bezpečnostních opatření. Vedoucí práce musí poučit o nebezpečí. Pro každé elektrické zařízení musí být určena osoba odpovědná za elektrické zařízení. Příprava na provedení složité pracovní činnosti musí být provedena písemně. Všechna (dorozumívání) hlášení musí obsahovat jméno a příjmení, a pokud je to nutné, funkci osoby předávající informace. Aby při ústním předávání informace nedošlo k omylům, musí příjemce opakovat informaci zpět vysílajícímu, který musí potvrdit, že byla správně přijata a pochopena. Zahájení práce a uvedení elektrického zařízení do provozního stavu po ukončení práce, nesmí být povoleno signály nebo dohodnutým dorozumíváním po odsouhlasených časových intervalech. Veškeré nářadí, výstroj a přístroje musí být vhodné, udržované a správně používané. Ke každému elektrickému zařízení musí být k dispozici dokumentace podle skutečného provedení.

2.2 BĚŽNÉ PROVOZNÍ POSTUPY

Odpojení pro práci bez napětí nebo opětovné připojení po ní musí být vykonáno osobami znalými nebo poučenými. Revize musejí být prováděny s odvoláním na příslušnou elektrotechnickou dokumentaci. Jestliže zjištěné závady při revizi představují bezprostřední nebezpečí, musejí být neprodleně odstraněny nebo vadné části musí být neprodleně odpojeny a zajištěny proti opětovnému zapojení. Výsledek revize musí být zaznamenán. K tomu musí být použita vhodná záznamová media (jinými slovy: nemusí být za každou cenu na papíře). [2]

2.3 PRACOVNÍ POSTUPY

Před započetím činnosti, musí být stanoven pracovní postup ve smyslu této normy. Podle základních principů, musí buď osoba odpovědná za elektrické zařízení, nebo vedoucí práce zajistit, aby osoby vykonávající práci byly seznámeny s průběhem práce před jejím zahájením a s jejím ukončením. Pracovní postup musí pro zajištění bezpečnosti respektovat vliv možné indukce a atmosférických vlivů.

2.3.1 *Indukce*

Vodiče nebo vodivé části, které se nacházejí v blízkosti vodičů pod napětím, mohou být elektricky ovlivňovány. Pokud se pracuje na elektrické zařízení, které je ovlivňováno indukcí, musí být přijata následující opatření:

- Ochranné pospojování na pracovním místě tak, aby se zabránilo možnosti zasažení osob indukcí.
- Uzemnění v potřebných vzdálenostech k omezení napětí mezi vodiči a zemí na bezpečnou hodnotu.

2.3.2 *Atmosférické podmínky*

V případě nepříznivých atmosférických podmínek například bouři, silném dešti, mlze, silném větru atd. musejí být přijata příslušná omezení, týkající se zahájení nebo omezení práce. Blýská-li se nebo je slyšet hřmění nebo blíží-li se bouře, práce na vodičích elektrické sítě vystavených nebezpečí nebo na zařízeních přímo spojených s ohroženými vodiči musí být ihned zastavena. Pokud je špatná viditelnost, veškeré práce musí být přerušeny a žádná nesmí být zahájena.

2.3.3 *Základní členění prací na elektrickém zařízení nebo v jeho blízkosti:*

- Práce na zařízení pod napětím (běžné, vybrané práce a na zařízeních vypnutých ale nezajištěných).
- Práce na zařízení bez napětí
- Práce na zařízení v blízkosti napětí (elektrické= údržba a neelektrické práce)

Práce pod napětím

Práce pod napětím musí být v místech s nebezpečím požáru a výbuchu prováděny až potom, co se vyloučí nebezpečí požáru a výbuchu. Při práci musí být zajištěno stabilní postavení při práci, které pracující osobě umožňuje mít obě ruce volné. Osoby musejí být vhodně oblečeny a mít odpovídající osobní ochranné prostředky a pomůcky. Nemají mít na sobě žádné kovové předměty například osobní šperky, jestliže je možné, že by tyto způsobily nahodilou poruchu či zranění. Pro zvyšování a udržování odbornosti a dovednosti osob znalých a poučených pro práci pod napětím musí být sestaven speciální výukový program. Po úspěšném absolvování školení musí být vydáno osvědčení, které potvrzuje, že osoby jsou způsobilé provádět práci pod napětím, pro kterou byly vyškoleny.

Práce na potenciálu

Práce, při které osoba vykonává práci v přímém styku s živými částmi, které mají potenciál těla a vhodnou izolaci proti okolí. Práce pod napětím musí být zakázána nebo přerušena, při silném větru, špatné viditelnosti, nebo když osoby nemohou snadno ovládat nářadí. V případě blížící se bouřky nesmí být práce pod napětím zahájena nebo musí být přerušena. Při složité práci, musí být zajištěno přímé komunikační spojení mezi pracovištěm a příslušným řídicím stanovištěm.

Práce na vzdálenost

Postup práce pod napětím. Práce, při které osoba zůstává v určité vzdálenosti od živých částí a vykonává práci např. izolovanými tyčemi.

Práce v dotyku

Postup práce pod napětím, při které osoba, jejíž ruce jsou chráněny izolačními rukavicemi, vykonává práci v přímém styku s živými částmi.

Práce na zařízení bez napětí

Jsou to práce na elektrických zařízeních ve výstavbě, které ještě nebylo připojeno na napětí, není v blízkosti zařízení pod napětím a nemůže se na něm vyskytovat indukované napětí. Pro zajištění spolehlivého odpojení elektrického zařízení, musí být dodrženo pět základních požadavků:

- Úplné odpojení
- Zabezpečení proti opětovnému zapnutí
- Ověření beznapěťového stavu
- Uzemnění a zkratování
- Ochranná opatření proti vlivům zařízení, která jsou v blízkosti a pod napětím

2.4 ÚDRŽBA

Hlavním účelem údržby je udržet zařízení v požadovaném stavu. Údržba může sestávat z preventivní údržby, která je vykonávána na základě zkušeností, se záměrem zabránit poruše a udržovat zařízení v provozním stavu, nebo opravné údržby, kterou se opravují nebo nahrazují poškozené části. *“Každá zjištěná závada, která znamená bezprostřední nebezpečí, musí být odstraněna nebo vadné části musí být odpojeny a zajištěny proti opětovnému zapnutí.”* [2]

V případě dočasného přerušení údržbových prací, musí vedoucí práce provést nezbytná opatření, k zabránění přístupu k nezakrytým živým částem a neoprávněnému provozu elektrického zařízení.

3 Trendy v údržbě

Přerušení dodávky elektrické energie z důvodu špatného technického stavu je v dnešní době neakceptovatelné a vysoce pokutováno, pokud se nejedná o přerušení z důvodu působení např. přírodních vlivů. Mezi energetickými společnostmi probíhá konkurenční boj, který zapříčiňuje postupné snižování finančních nákladů ve všech provozních odvětvích, včetně nákladů na údržbu. Z těchto důvodů se začala vyvíjet metoda spolehlivostně orientované údržby (RCM), tato metoda snižuje celkové provozní náklady a při tom zachovává nutnou míru spolehlivosti.

V současné době se v ČR uplatňuje metodika plánování, která se řídí dle tzn. Řádu preventivní údržby (ŘPÚ), který nám udává základní předpisy o vykonávání kontrol a údržby na energetických zařízeních.

3.1 SPOLEHLIVOSTNĚ ORIENTOVANÁ ÚDRŽBA

Při použití spolehlivostně orientované údržby si můžeme zvolit ze dvou různých metod. Jako první je stanovení priority údržby, přičemž nám tento přístup určuje danou údržbovou činnost nebo pořadí do doby, kdy má být údržba na daném zařízení provedena. Tato metoda se používá na zařízení s vysokou důležitostí a v napěťové hladině 110 kV. Druhou metodou je optimalizace délky údržbového cyklu, zde je hlavní nalézt minimum nákladové funkce. Veškeré náklady na údržbu, odstranění poruchy nebo výpadek se vyjádří jako funkce intenzity údržby. Tato metoda se používá pro prvky, kterých je v síti mnoho, ale zato s nízkou důležitostí.

3.2 ŘÁD PREVENTIVNÍ ÚDRŽBY (ŘPÚ)

Můžeme chápat, jako předpis provozovatele elektrických zařízení pro provádění pravidelných kontrol, prohlídek, diagnostiky, údržby a revizí, kterými se zajišťuje spolehlivý technický stav a bezpečnost těchto zařízení. Obsahuje lhůty a způsob provádění kontrol a držby. V distribuční a přenosové soustavě dodavatele elektrické energie se ve smyslu čl. 3. 2. ČSN 33 1500 v platném znění a kapitoly 4 PNE 33 0000–3 v platném znění nemusí provádět pravidelné revize, pokud bezpečnost elektrického zařízení je zajišťována pravidelnými kontrolami a údržbou podle schváleného řádu preventivní údržby. Uvedené ustanovení se nevztahuje na zařízení elektroinstalací a hromosvodů v případě, že pravidelné kontroly nejsou zapracovány do příslušných pracovních postupů, pak nadále trvá povinnost provádění pravidelných revizí, ve lhůtách dle ČSN 33 1500 v platném znění, čl. 3.3.

3.2.1 Pracovní postupy

Nedílnou součástí ŘPÚ jsou pracovní postupy. Na daném zařízení, nebo částech zařízení se v mnoha případech provádí více druhů pravidelných kontrol a údržby v různých cyklických intervalech. Tyto kontroly a údržby provádí pouze pracovníci s příslušnou elektrotechnickou kvalifikací ve smyslu vyhlášky ČÚBP a ČBÚ číslo 50/1978 Sb. ve stanovených lhůtách. Právnícké a fyzické osoby, které provádí v distribuční soustavě kontroly a revize musí mít příslušná oprávnění k činnosti, obdržet informace o zařízení DS, musejí být vybaveni potřebnými ochrannými a pracovními pomůckami, popřípadě zkušebním a měřicím zařízením. Musí být provedena opatření, která během údržby zamezí ohrožení osob, zařízení nebo majetku.

Závazná struktura PP:

- blok revidovaného zařízení
- název PP
- prováděcí lhůta
- číslo PP – ID
- měrná jednotka
- zajišťuje (IDS ČEZ)

3.2.2 Seznam pracovních postupů

Pracovní postup - Venkovní vedení VN	Lhůty [měsíc]	Číslo PP – ID	Měrná jednotka	Zajišťuje
Ovládání DO spínacích prvků – diagnostika	48	723	ks	ČDS
Podpěrné body VN - měření uzemnění	48	703	Počet stožárů s uzemně- ním	ČDS
Spínací prvky venkovních vedení VN - prodloužená údržba	96	725	ks	ČDS
Spínací prvky venkovních vedení VN – údržba	48	721	ks	ČDS
Venkovní vedení VN – diagnostika – termovize	48	704	km	ČDS
Venkovní VN – prohlídka	12	701	km	ČDS

(Tabulka 3. 1. PP) [5]

Pracovní postup – Kabelové vedení VN	Lhůty [měsíc]	Číslo PP - ID	Měrná jednotka	Zajišťuje
Kabel VN - údržba dolévajících koncovek	24	712	ks	ČDS
Kabel VN uložený jinak než v zemi – prohlídka	24	711	km	ČDS

(Tabulka 3. 2. PP) [5]

Pracovní postup - Vedení NN	Lhůty [měsíc]	Číslo PP - ID	Měrná jednotka	Zajišťuje
Kabel NN uložený jinak než v zemi - prohlídka	48	811	km	ČDS
Skříň pojistek slabé vazby v síti ZMS – prohlídka	6	803	ks	ČDS
Skříň NN – údržba	48	812	ks	ČDS
Vedení NN – diagnostika	48	804	km	ČDS
Venkovní vedení NN holá, nebo smíšená – prohlídka	24	801	km	ČDS
Venkovní vedení NN izolovaná – prohlídka	48	802	km	ČDS

(Tabulka 3. 3. PP) [5]

3.3 UPŘESNĚNÍ NĚKTERÝCH PRACOVNÍCH POSTUPŮ

3.3.1 Vedení nn

Venkovní vedení ID 801

- Kontrola čitelnosti a umístění výstražných a popisných tabulek a výstražných nátěrů.
- Kontrola stavu uchycení cizích zařízení, umístěných na opěrných bodech.
- Kontrola uzemnění a připojení neživých částí konstrukcí na zemniče a ochranný vodič, svodů a rozpojovacích měřících svorek.
- Prohlídka mechanického stavu opěrných bodů, základů, patek, kotev, střešníků, stav vetknutí opěrných bodů na objektech, stav konstrukce štítů, nátěrů, oplechování proti zatékání, hniloba opěrných bodů, šroubových spojů, vzpěr, svárů, stav konzol. U dřevěných stožárů - horních i dolních konců sloupu, stav v místě upevnění konzol a háků, vnitřní stav - poklepem u země a směrem vzhůru do výšky montéra, zajištění proti rozštípnutí.
- Kontrola stavu porostů v blízkosti trasy.

Skříň ID 812

- Kontrola případných prací a staveb všeho druhu v ochranném pásmu úložného kabelového vedení.

- Kontrola stavební části, stav dveří, zámků a závěsů, výstražného označení, výměna vadných visacích zámků.
- Kontrola stavu a připojení uzemnění PEN vodiče.
- Vyčištění skříně (PPN).
- Kontrola kabelových koncovek, popisy kabelů, kabelových ok, svorníků, stavu pojistkových spodků, pojistkových doteků a hlavic u závitových pojistek.

DTS kobková ID 901

- Vizuální a sluchová kontrola stavu odpínačů, mikrobloků.
- Kontrola stavu izolátorů, průchodek, přípojníc a přístrojů.
- Kontrola stavu popisů, zábran, štítků, výstražných tabulek.
- Kontrola stavu rozvaděče NN a jeho výbavy.
- Kontrola svodičů přepětí a kabelových koncovek.
- Kontrola protipožárních opatření, stav a rozmístění hasicích přístrojů, volnost únikových cest, východů a příjezdových komunikací, funkčnost nouzového osvětlení, označení bezpečnostními tabulkami, označení čísel tísňového volání. [5]

DTS kobková ID 902

- Čištění transformátoru
- Čištění kobek
- Čištění rozváděčů a dotahování spojů nn
- Kontrola mechanického stavu nadzemní části uzemňovací soustavy.

3.3.2 *Vedení vn*

Venkovní vedení ID 701

- Kontrola okolí podpěrných bodů, lesní průseky, kontrola dřevin v ochranném pásmu vedení a odstranění jednotlivých dřevin bezprostředně ohrožující provoz.
- Stejnoměrnost napnutí v jednotlivých polích a fázích.
- Kontrola podpěrných bodů, konzol a izolátorů, poškození vlivem přepět'ové vlny, vychýlení, stabilita, hniloba, praskliny, stav a provedení kotev a vzpěr, stav stupaček.
- Kontrola zjevných vad, čísla úsečníku.
- Kontrola stavu kabelových svodů a koncovek, při přechodu na kabelové vedení kontrola uchycení na podpěrném bodě, stav ochrany před mechanickým poškozením, ochranný kryt.

- Kontrola stavu uchycení cizích zařízení, umístěných na opěrných bodech, provedení jejich soupisu.

Spínací prvky venkovního vedení ID 721

- Kontrola oleje ve zhášecích komorách.
- Dotažení proudových spojů.
- Funkční zkouška – přezkoušení mechanické funkce odpínače, mechanismu zámku.
- Kontrola a seřízení pohyblivých částí, pohonu, seřízení dotyku styčných ploch hlavních a pomocných kontaktů
- Kontrola stavu vodičů upevněných v kotevních svorkách, kontrola a očištění izolátorů.

Kabel uložený na povrchu ID 711

- Kontrola uložení a značení kabelů na lávkách, mostech a konstrukcích.
- Kontrola teploty v kanálech a kolektorech.
- Kontrola přístupných kabelových spojek.
- Kontrola připojení pláště - stínění na uzemňovací soustavu.
- Kontrola stavu a kompletnosti venkovních kabelových koncovek.
- Kontrola stavu oleje v koncovkách, jeho případné doplnění.[5]

3.4 ZÁZNAM O PROVEDENÉ KONTROLE DLE ŘPÚ

Jde o písemný doklad o provedení prohlídky, preventivní údržby nebo diagnostiky a jejím výsledku. Musí obsahovat popis současného stavu zařízení, co se týče jeho bezpečnosti a provozuschopnosti. Jsou v něm uvedeny zjištěné závady, kdo vyhodnotil a provedl činnost.

Obsah záznamu:

- Datum zahájení a ukončení kontroly
- Určení druhu kontroly
- Vymezení rozsahu zařízení, na kterém byla kontrola provedena (region, označení rozvodny, vedení, čísla pole, název vývodu, typu přístroje a jeho sériového). [5]
- Druh provedených úkonů.
- Výsledky zkoušek, naměřené hodnoty včetně popisu použitých metod a použitých přístrojů.
- Popis všech provedených preventivních zásahů.
- Soupis již evidovaných neodstraněných závad.
- Soupis nově zjištěných závad.

- Hodnocení stavu zařízení.
- Závěrečné prohlášení s uvedením, zda zařízení je nebo není schopno bezpečného provozu.
- Jméno, datum a podpis pracovníka odpovědného za provedení kontroly na zařízení.
- Jméno, datum a podpis pracovníka odpovědného za vyhodnocení a ukončení kontroly. [5]

3.5 ČIŠTĚNÍ ELEKTRICKÝCH ZAŘÍZENÍ POD NAPĚTÍM

Práce pod napětím je v současné době trendem, díky kterému lze dosáhnout úspory finančních prostředků. K často využívaným činnostem v oblasti prací pod napětím je údržba a čištění elektrického zařízení a rozvodů. Význam prací pod napětím se díky nepřerušným dodávkám elektrické energie kladně projevuje nejen v ekonomice energetických závodů, ale i odběratelů.

Z porovnání prací pod napětím a na vypnutém elektrickém zařízení plyne:

- nulové náklady na koordinaci prací
- plynulost provádění údržby
- výrazné zkrácení doby prací a snížení nákladů na jejich provedení
- odpadá odpojování elektrického zařízení a opatření na uzemnění a zkratování

4 Přepětí v distribučních sítích

Venkovní distribuční sítě bývají převážně postihována přepětím atmosférickým, které dosahuje mnohem vyšší úrovně oproti přepětí spínacímu. Přepětí definujeme jako napětí mezi fázemi nebo mezi fází a zemí, které svou velikostí překračuje amplitudu jmenovitého napětí. Z hlediska časového průběhu a délky trvání, norma klasifikuje přepětí jako přechodné, dočasné nebo trvalé.

4.1 OCHRANA SÍTÍ PROTI PŘEPĚTÍM

U venkovního vedení nízkého napětí je nutné chránit zařízení hlavně před atmosférickým přepětím. Spínací přepětí dosahuje nižší úrovně napětí a proudů a proto není nutné proti nim vedení chránit. U kabelového vedení bez propojení s venkovním vedením jsou nejčastější přepětí způsobena zkraty nebo spínáním. Ekonomicky opodstatněná je pouze ochrana zařízení venkovních sítí vysokého napětí před zničením atmosférickým přepětím, které vzniká buď přímým úderem do vedení, nebo indukci při nepřímých úderech.

Nepříznivé účinky:

- Výpadky dodávky elektrické energie
- Poškození nebo zničení zařízení sítě nn.
- Zhoršení kvality elektrické energie.

Hlavní ochranou před atmosférickým přepětím, je provedení instalace omezovačů přepětí do sítě.

4.1.1 Umístění omezovačů přepětí v síti nn

V sítích TN-C se omezovače přepětí připojují mezi fázový vodič a vodič PEN. V místě kde není přizemněný vodič PEN, se provede uzemnění samostatným zemničem. Za dostatečný se považuje tyčový zemnič 1 m, nebo pásový FeZn. Velikost odporu uzemnění omezovačů přepětí není pro jejich funkci rozhodující. Při návrhu uzemnění se postupuje dle PNE 33 0000-1. Při umístění omezovače co nejblíže k chráněnému zařízení a s použitím co nejkratšího propojovacího vodiče docílíme zlepšení parametrů ochrany.

Venkovní vedení

Bez ohledu na provedení izolovanými nebo holými vodiči se omezovače přepětí umístí:

- Na trafostanici ve vývodech nn, v rozvaděči nn nebo na prvním podpěrném bodě vedení.
- U venkovního vedení po 500 m za podmínky, že žádný podpěrný bod sítě nesmí být vzdálen od omezovačů přepětí více než 250 m.
- Na přechodech z venkovních vedení do zemního kabelového vedení (netýká se přípojek kratších než 250 m).
- Doporučuje se omezovače přepětí umisťovat tam, kde je častý výskyt úderů blesku.

Kabelové zemní vedení

- V kabelových sítích se ochrana před spínacím přepětím a před atmosférickým přepětím běžně neprovádí. Ochrana se provede pouze ve zdůvodněných případech.

4.1.2 Zásady dimenzování svodičů přepětí

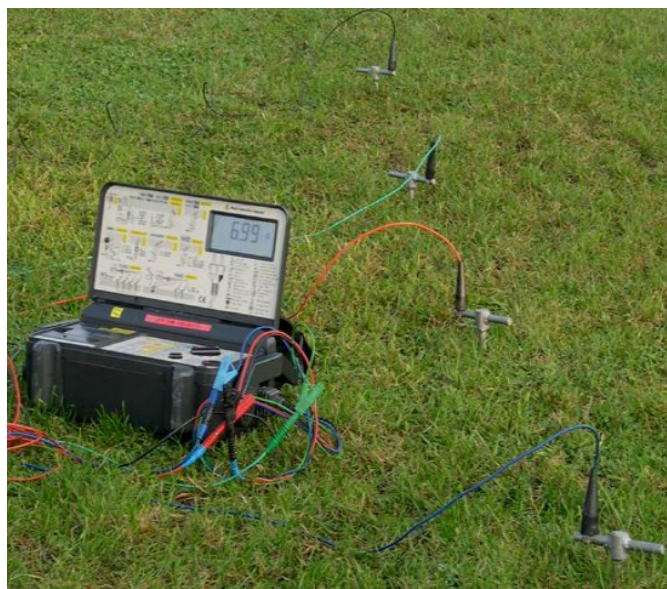
Dimenzují se, podle toho kde v síti budou umístěny a co budou chránit např. transformátor nebo přechod volného vedení do kabelu. U každého typu umístění, má omezovač specifické požadavky na ochranu a namáhání. U sítí nízkého napětí dochází k velkému nepoměru provozního napětí a atmosférického přepětí. Proto se omezovače dimenzují tímto způsobem:

- | | |
|-----------------------------------|-----------------------|
| • Nejvyšší trvalé provozní napětí | $U_c = 440 \text{ V}$ |
| • Jmenovitý výbojový proud | $I_n = 10 \text{ kA}$ |
| • Energetická kapacita min. | 1,3 kJ/kV |

4.1.3 Měření zemniče, měrného odporu půdy

Se provádí dle návodu výrobce měřicího přístroje. Dle norem PNE 33 0000-1, ČSN 33 3201. Množství zemniče z pásku se volí dle rezistivity půdy:

- 25 m pro půdy o rezistivitě do 500 Ωm
- 50 m pro půdy o rezistivitě nad 500 Ωm .



Obrázek 5-1 Měření měrného odporu půdy [8]

4.1.4 Typy svodičů přepětí

Hrotová jiskřiště

Hrotová jiskřiště je jedním z nejjednodušších přepět'ových ochran. Zařízení se skládá ze dvou kovových elektrod s definovanou vzdušnou vzdáleností. Materiál elektrod musí být odolný proti zkratovým proudům. Nevýhodou je, že nemají schopnost zhášení zkratového proudu, což znamená výpadek.



Obrázek 5-2 Hrotová jiskřiště [8]

Omezovače přepětí pro sítě vn

Omezovače přepětí jsou určeny pro ochranu distribučních sítí vysokého napětí, transformátorů, spínacích zařízení vn a kabelových rozvodů před účinky atmosférických a spínacích přepětí. Funkční část svodiče je tvořena sloupcem varistorů, které jsou dimenzovány na provozní napětí U_c . Vnější plášť je vyroben ze silikonového kaučuku, který vykazuje vysokou odolnost proti účinkům svodových, povrchových svodových proudů a elektrickému oblouku. Dále vykazuje vysokou odolnost proti povětrnostním vlivům, UV záření a znečištění.



Obrázek 5-3 Omezovač přepětí OCP jako podpěrka kabelových koncovek VN[8]



Obrázek 5-4 Izolovaný rozvaděč s omezovačem přepětí a adaptérem typu RICS [8]

Omezovač přepětí pro sítě nn

Omezovač přepětí jsou určeny pro ochranu elektrického zařízení, transformátorů, sítí NN před účinky atmosférickému a spínacímu přepětí. Je určen pro venkovní použití k připojení přímo na fázový, holý nebo izolovaný vodič, nebo na přípojnice do rozváděčů RST. Je vyroben z napětově závislého odporu (varistoru) vyrobeného z oxidu kovů ZnO, vybaven odpojovačem s viditelnou signalizací rozpojení v případě přetížení svodiče. Omezovač je uložen v polymerovém pouzdru, stabilizovaném proti UV záření.



Obrázek 5-5 Omezovač přepětí pro izolovaný vodič[8]



Obrázek 5-6 Omezovač přepětí pro AlFe [8]

5 Rekonstrukce sítí

Nejčastějším důvodem rekonstrukce sítí, bývá technický stav elektrického vedení, který nedovoluje bezpečný provoz. Dále vysoký požadavek na kvalitu elektrické energie, které docílíme při správném navržení průřezu vodiče, jehož cílem je splnit požadavky na:

- Hospodárnost provozu.
- Mechanickou pevnost.
- Přípustné oteplení.
- Odolnost vůči účinkům zkratového proudu.
- Dovolené úbytky napětí
- Spolehlivou funkci ochrany před elektrickým proudem. [4]

Při rekonstrukci nevyhovujícího venkovního vedení, kdy z důvodu nedostatečného průřezu vodiče AlFe 4x42 dochází ke ztrátám a nežádoucím úbytkům napětí, se nám nabízí několik variant řešení.

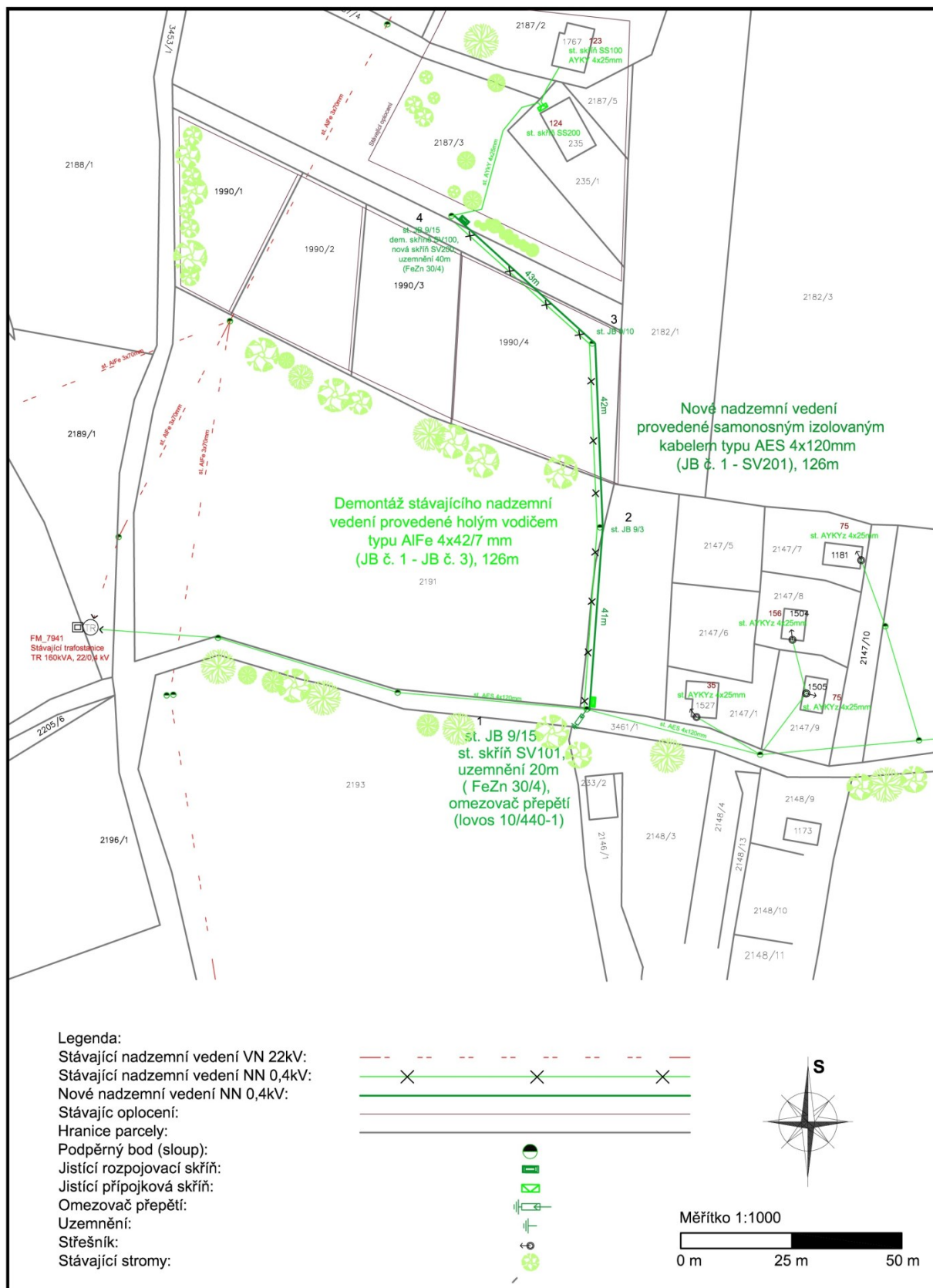
5.1 REKONSTRUKCE SÍTĚ IZOLOVANÝM VODIČEM TYPU AES 4x120

Při této variantě rekonstrukce sítě budou, všechna stávající vedení typu AlFe 4x42 včetně konzolí nahrazena izolovaným samonosným hliníkovým vedením typu AES 4x120. Při rekonstrukci sítě izolovanými vodiči typu AES musí být dodržena norma ČSN 33 0121, týkající se dovoleného napětí v uzlech sítě a žádný prvek sítě nesmí být přetížen nad dovolenou mez.

Pracovní postup

- Zajištění pracoviště pracovníky ČEZ.
- Natažení kabelu AES 4x120+70 po stávajících JB cca 126m.
- Na JB č. 4 provedení demontáže SV100, montáž SV201 včetně svodové trubky, v tažení stávajícího kabelu AYKY 4x25 a kabelu AES 4x120 do SV 201. Montáž ochranné lišty na pozinkovanou zemnicí pásku, svodového lana a svodičů přepětí, uzemnění SV201. Popis SV201. Namazání spojů a kontaktů.
- Na JB č. 1 provedení demontáže stávajícího svodu z SV101, v tažení AES 4x120 do SV101. Zapojení, namazání kontaktů a spojů, uzemnění a popis SV101.
- Demontáž vedení AlFe 4x42 včetně konzolí.
- Provedení terénních úprav.
- Odzkoušení sledu fází.

Situační mapa – AES 4x120



Náklady na rekonstrukci

OCENĚNÉ PRÁCE							
Kód práce	Typ práce	Popis	Množství celkové	MJ	Elektromontážní a Stavební (zemní) práce		
					NH celk.	Sazba	Cena celk.
		Rekonstrukce sítě izolovaným vodičem typu AES 4x120					
		Demontáž					
PXDA03A	D	LANO ALFE NN 42-AL1/7ST1A (42/7)NEMAZ	504,000	M	4,032	340,00	1 370,88
PHYA02A	D	KONZOLA VVS 1200 NA BET.SL.JB PR.220-250	4,000	KS	0,644	340,00	218,96
PBIA17A	D	PRILOZKY KONCOVE-2KS S IZOL.VZK-1 BILYM	6,000	KS	0,189	340,00	64,26
PBIA18A	D	PRILOZKY KONCOVE-2KS S IZOL.VZK-1 HNED.	2,000	KS	0,063	340,00	21,42
PBIA01A	D	ROUBIK VALC.20X225 S IZOL.VPR-1B BILYM	6,000	KS	0,243	340,00	82,62
PBIA02A	D	ROUBIK VALC.20X225 S IZOL.VPR-1B HNEDYM	2,000	KS	0,081	340,00	27,54
PBIA81A	D	VAZ NN DVOJITY KRIZOVY ALFE 42/7	8,000	KS	0,292	340,00	99,28
PBIA74A	D	UKONC.VOD.ALFE6 35-50,42/7 SVORKOU	8,000	KS	0,788	340,00	267,92
PBIA91A	D	PRIPOJ.VOD.DO 50 NA ALFE 25-50 SR.SV.	8,000	KS	1,092	340,00	371,28
PBBA33A	D	TRUBKA SVODOVA PVC PR.63/6M PEVNE ULOZ.	2,000	KS	0,617	340,00	209,78
PDTA63A	D	KABEL AES 4X 50 MM2-NAHOZENI NA PB	15,000	M	0,750	340,00	255,00
PDXA13A	D	SVORKA PROR. AES 16-120/16-120 SLIP 32.2	8,000	KS	0,752	340,00	255,68
PCIA06A	D	UKONC.A ZAP.VODICE 50MM2 SVORK.V ROZVAD.	8,000	KS	0,656	340,00	223,04
		CENA CELKEM ZA DEMONTÁŽ					3 467,66
		Montáž					
PDTA67A	M	KABEL AES 4X120 MM2-NAHOZENI NA PB	146,000	M	14,600	340,00	4 964,00
PDTA05A	M	KOTEVNI OBJ. D 220 PRO BET. SLOUP 6-20KN	4,000	KS	1,016	340,00	345,44
PDTA71A	M	HAK NOSNY OCKOVY PRO AES, 10KN, M20	2,000	KS	0,132	340,00	44,88
PDTA11A	M	NAPINACI SROUB M20 S OKEM,HAKEM	2,000	KS	0,282	340,00	95,88
PDXA08A	M	SVORKA NOSNA AES 4X16-120 DO 90ST.	2,000	KS	0,286	340,00	97,24
PDTA19A	M	KONCOVE PRILOZKY PRO UKONCENI ZKP	2,000	KS	0,134	340,00	45,56
PDXA46A	M	SVORKA KOTEVNI 4X120 AES	2,000	KS	0,918	340,00	312,12
PBBA33A	M	TRUBKA SVODOVA PVC PR.63/6M PEVNE ULOZ.	3,000	KS	1,851	340,00	629,34
PBBA40A	M	HLAVICE VYVOD. PLAST. TRUBEK 50-63MM CWS	3,000	KS	0,237	340,00	80,58
PCTA95A	M	OMEZOV.PREP.1KV+SVORKY PRIPOJ. AES16-120	1,000	SADA	0,967	340,00	328,78
PFQA46A	M	SKRIN SV201/NSC1V-C DCK 6X160A NA SLOUP	1,000	KS	0,254	340,00	86,36
PDXA13A	M	SVORKA PROR. AES 16-120/16-120 SLIP 32.2	8,000	KS	1,504	340,00	511,36
PCIA09A	M	UKONC.A ZAP.VODICE 120MM2 SVORK.V ROZV.	6,000	KS	1,428	340,00	485,52
PCIA07A	M	UKONC.A ZAP.VODICE 70MM2 SVORK.V ROZVAD.	2,000	KS	0,372	340,00	126,48
PDQA13A	M	UZEMNENI V ZEMI-PASKA FEZN 30X4MM	50,000	M	2,700	340,00	918,00
PDQA01A	M	UZEMNENI PO SLOUPU PASKOU FEZN 30X4 BAND	20,000	M	4,320	340,00	1 468,80
PDQA09A	M	VYRAZENI HODNOTY UZEMNENI DO PASKY 30/4	2,000	KS	0,168	340,00	57,12
PEPA05A	M	VYKOP RYHY 35X50 CM PRO ZEM.PASEK TR.3	50,000	M	12,750	220,00	2 805,00
PEPA14A	M	ZAHOZ RYHY 35X50 CM PRO ZEM.PASEK TR.3	50,000	M	4,800	220,00	1 056,00
		CENA ZA MONTÁŽ					14 458,46
		CENA ZA PRÁCI					17 926,12

(Tabulka 4.1. Oceněné práce)

OSTATNÍ DODÁVKY ČEZ LOGISTIKY (MATERIÁL)							
Kód materiálu	Typ materiálu	Popis	Rozšířený popis	Množství celkové	MJ	Cena jednotková	Cena celková
1000015270	hlav.	KABEL 1-AES 4X120		153,300	M	131,08	20 094,56
1000007710	hlav.	SROUB M20X 60, 6HR.HLAVA,POZ.CSN021303	DIN 933-8.8-VZ	8,000	KS	10,23	81,84
1000008060	hlav.	MATICE M20, 6HR.PRESNA, POZ.	DIN 934-8-VZ	8,000	KS	2,52	20,16
1000008800	hlav.	OBJIMKA KOTEVNI PR.220 POZINK	PNE 348401-22	4,000	KS	117,60	470,40
1000164850	hlav.	HAK OCKOVY M20 10 KN POZINK		2,000	KS	36,85	73,70
1000010770	hlav.	SROUB NAPINACI M20 OKO-HAK POZ,CSN021940	DIN 1480-ST-VZ-OH	2,000	KS	154,55	309,10
1003214750	hlav.	SVORKA NOSNA AES 4X16-120 DO 90°SO136.02		2,000	KS	531,76	1 063,52
1000007630	hlav.	SROUB M16X 55 POZ.CSN021303		2,000	KS	6,76	13,52
1000008050	hlav.	MATICE M16, 6HR.PRESNA, POZ.	DIN 934-8-VZ	2,000	KS	1,32	2,64
1000009010	hlav.	PRILOZKA KONCOVA POZ. 135		4,000	KS	25,12	100,48
1003214760	hlav.	SVORKA KOTEVNI AES 4X50-120 SO118.1201S		2,000	KS	476,00	952,00
1000215190	hlav.	TRUBKA S HRDLEM PVC 63/57/6000 TRIDA 4		3,000	KS	344,79	1 034,37
1000325910	hlav.	KRYT VYVODOV.TRUBEK PLAST.50-63MM CWS	R OHYBU KABELU	3,000	KS	97,37	292,11
1003127020	hlav.	DRZAK KABELOVYCH TRUBEK UNI 1-3		6,000	KS	195,02	1 170,12
1003026610	hlav.	OMEZOVAC LOVOS 10/440-IIZ.SVORKA 16-120		3,000	KS	307,40	922,20
1003198510	hlav.	SVORKA ODB NN 16-70MM2 SM 2.11		3,000	KS	107,71	323,13
1002783040	hlav.	PASKA UP.STRED.15,88/0,715MM,50M,C925-50	BANDT-IT,ANGLIE	0,192	KS	807,68	155,07
1002783120	hlav.	SPONA UP. STREDNI 15,88MM, 100KS, C955	BANDT-IT,ANGLIE	0,080	BAL	235,54	18,84
1003105900	hlav.	SKRIN ROZPOJOVACI SV201/NSC1V-C DCK		1,000	KS	2 142,00	2 142,00
1000316160	hlav.	SVORKA PROP.AES 16-150/16-120 SLIP 32.2		8,000	KS	142,80	1 142,40
1000040020	hlav.	PASKA ZEMNICI POZINKOVANA 30X4(BAL.25KG)		70,000	KG	29,24	2 046,80
1002782880	hlav.	PASKA UP. LEHKA 9,53/0,39MM, 50M,C133-50	BANDT-IT,ANGLIE	0,480	KS	338,53	162,49
1002783060	hlav.	SPONA UP. LEHKA 9,53MM, 100KS, C153	BANDT-IT,ANGLIE	0,200	BAL	120,31	24,06
1000040390	hlav.	SVORKA ZEMNICI SR03-LIT.SPOJ.PASEK-DRAT	SR 3C	2,000	KS	27,20	54,40
		CENA ZA MATERIÁL					32 669,93

REKAPITULACE NÁKLADŮ v tisících Kč	
II.+III. Provozní soubory a stavební objekty	
Materiály dodávané zhotovitelem	32,7
Práce	
Počet hodin elektromont. prací / Hodinová sazba	14,0
Počet hodin stavebních (zemních) prací / Hodinová sazba	3,9
CELKOVÉ NÁKLADY	50,6

(Tabulka 4. 2. Celkové náklady)

5.2 REKONSTRUKCE SÍTĚ ZEMNÍM KABLEM TYPU AYKY 3x120+70

Tato varianta řešení rekonstrukce stávající sítě spočívá, v kompletní demontáži stávajícího nadzemního vedení tvořeného vodiči typu AlFe. Celá tato nadzemní síť bude nahrazena zemním kabelem typu AYKY 3x120+70. Při této variantě řešení rekonstrukce sítě musí být dodržena norma ČSN 33 0121, týkající se dovolených napětí v uzlech sítě a přitom žádný prvek sítě nesmí být přetížen nad dovolenou mez. [7]

Pracovní postup

- Zajištění pracoviště pracovníky ČEZ.
- Provedení výkopových prací cca 145m, pokládka chráničky a zához.
- Natažení kabelu AYKY 3x120+70 v délce cca 136m.
- Ustavení SR 501, vtažení AYKY 3x120+70. Připojení uzemnění na stávající soustavu. Z SV100 na JB č. 4 bude provedena demontáž kabelu AYKY 4x25 a poté bude vtažen do SR501. Zapojení, namazání kontaktů a spojů, popis kabelů.
- Na JB č. 1 bude provedena demontáž SV100, která bude nahrazena SV101. Vtažení svodového kabelu do SV101 včetně zapojení, namazání kontaktů a spojů. Napojení svodu na hlavní vedení AES 4x120. Montáž ochranné lišty na pozinkovanou pásku, svodového lana a svodičů přepětí, uzemnění SV101.
- Provedení demontáže vodičů AlFe 4x42, včetně konzolí.
- Provedení demontáže JB č. 2, 3, 4 a následný odvoz na skládku.
- Provedení terénních úprav.
- Odzkoušení sledu fází.

Situační mapa viz příloha č. 1.

Celkový rozpočet viz příloha č. 2.

Cena demontáže stávajícího vedení byla vyčíslena na 3 999 Kč. Cena montáže činí 38 686 Kč. Materiál v hodnotě 38 335 Kč. Celková cena vyšla na 81 700 Kč. Elektromontážní práce budou probíhat 34 hodin. Hodinová sazba, činí 310 Kč. Počet hodin stavebních (zemních) prací byl vyčíslen na 146 h, přičemž hodinová sazba je 220 Kč.

5.3 POSÍLENÍ STÁVAJÍCÍHO VEDENÍ ALFE 4X42 VODIČEM AES 4x95

U této varianty se provede posílení stávajícího vedení pomocí samonosného vodiče AES 4x95, jehož montáž je provedena na stávající podpěrné body. Při této variantě řešení rekonstrukce sítě musí být dodržena norma ČSN 33 0121, týkající se dovolených napětí v uzlech sítě a přitom žádný prvek sítě nesmí být přetížen nad dovolenou mez. [7]

Pracovní postup

- Zajištění pracoviště pracovníky ČEZ.
- Natažení kabelu AES 4x95 cca 126m, kontrola stávajícího vedení ALFe, izolátorů, vazů.
- Na JB č. 1 bude provedena demontáž svodových trubek a SV100, která bude nahrazena SV201. Vtažení svodů do SV201, zapojení, popis a namazání kontaktů a spojů. Montáž ochranné lišty na pozinkovanou pásku, montáž svodového lana a svodičů přepětí, uzemnění SV201.
- Na JB č. 4 bude provedena demontáž svodových trubek a SV100, která bude nahrazena SV 201. Vtažení svodů do SV201, zapojení, popis a namazání kontaktů a spojů.
- Provedení terénních úprav.
- Odzkoušení sledu fází.

Situační mapa viz příloha č. 3.

Celkový rozpočet viz příloha č. 4.

Cena demontáže stávajícího vedení byla vyčíslena na 497 Kč. Cena montáže je 14 716 Kč. Materiál v hodnotě 30 843 Kč. Celková cena vyšla na 45 900 Kč. Počet hodin elektromontážních prací činí 33 h, přičemž hodinová sazba je 340 Kč. Počet hodin stavebních (zemních) prací je 17 h. Hodinová sazba zemních prací činí 220 Kč.

5.4 ZHODNOCENÍ VARIANT

Jako první možnost jsem zvolil rekonstrukci pomocí izolovaného vodiče AES 4x120. Cena demontáže stávajícího vedení byla vyčíslena na 3 468 Kč. Cena montáže činí 17 926 Kč. Bude použit

materiál v hodnotě 32 669 Kč. Celková cena vyšla na 50 600 Kč. Doba elektromontážních prací byla vyčíslena na 43 hodin, přičemž hodinová sazba činí 340 Kč. Počet hodin stavebních (zemních) prací činí 17 hodin, přičemž hodinová sazba je 220 Kč.

Jako druhou možnost jsem zvolil rekonstrukci pomocí kabelu AYKY 3x120+70. Cena demontáže stávajícího vedení byla vyčíslena na 3 999 Kč. Cena montáže činí 38 686 Kč. Materiál v hodnotě 38 335 Kč. Celková cena vyšla na 81 700 Kč. Elektromontážní práce budou probíhat 34 hodin. Hodinová sazba, činí 310 Kč. Počet hodin stavebních (zemních) prací byl vyčíslen na 146 h, přičemž hodinová sazba je 220 Kč.

Jako třetí možnost jsem zvolil rekonstrukci pomocí posílená vedení izolovaným vodičem AES 4x95. Cena demontáže stávajícího vedení byla vyčíslena na 497 Kč. Cena montáže je 14 716 Kč. Materiál v hodnotě 30 843 Kč. Celková cena vyšla na 45 900 Kč. Počet hodin elektromontážních prací činí 33 h, přičemž hodinová sazba je 340 Kč. Počet hodin stavebních (zemních) prací je 17 h. Hodinová sazba zemních prací činí 220 Kč.

Z mého pohledu, se v tomto případě jeví jako nejpraktičtější varianta č. 1 a to z toho důvodu, že oproti variantě č. 3 máme paprsek kompletně izolovaný a přitom cenový rozdíl je 4 700 Kč. Hlavními výhodami izolovaného vedení je zvýšení bezpečnosti proti úrazu elektrickým proudem, zvýšení přenosové schopnosti vedení asi o 70%, větší provozní spolehlivost, zmenšení bezpečné vzdálenosti od okolí, zjednodušená práce pod napětím, nevznikají zkraty mezi vodiči, minimální rozměry konzol a jsou částečně odolné proti pádu stromů.

Porovnání první varianty, u které provádím rekonstrukci izolovaným kabelem AES 4x120 s variantou druhou, kde využívám kabel AYKY 3x120+70, je hlavní výhodou ušetření nákladů na stavební (zemní) práce, které činí 32 120 Kč.

ZÁVĚR

Tato bakalářská práce s názvem Rekonstrukce a údržba sítí vn a nn se zabývá rozdělením distribučních sítí vysokého a nízkého napětí podle použitých napěťových hladin a také podle způsobu zapojení sítě, kde jsou stručně popsány sítě paprskové, okružní a mřížové. Dále se zabývá typy vodičů používaných v distribučních sítích jak pro venkovní tak pro kabelová vedení. Závěr první kapitoly je věnován podpěrným bodům.

Následující část bakalářské práce se zabývá platnou legislativou z oblasti prací na elektrických zařízeních ČSN EN 50110-1, kde se zaměřuji na základní principy, pracovní postupy a údržbu. Chtěl bych poznamenat, že sebelepší postupy a pravidla nemají žádný význam, jestliže všechny osoby pracující na elektrickém zařízení nebo v jeho blízkosti nejsou s nimi plně seznámeny a neřídí se jimi.

Ve třetí kapitole Trendy v údržbě se zmiňuji o spolehlivostně orientované údržbě (RCM), i přesto, že se u nás o této metodě zatím jen diskutuje. Hlavní pozornost je věnována řádu preventivní údržby, která se v ČR v současné době uplatňuje.

V poslední kapitole teoretické části s názvem Přepětí v distribuční síti, se zabývám ochranou sítí proti přepětí. V distribučních sítích vn a nn venkovního vedení je nutné chránit zařízení zejména proti atmosférickým přepětím a to z důvodu, že spínací přepětí dosahují nižších úrovní než atmosférická. V kabelových sítích bez připojených venkovních vedení jsou největší přepětí způsobená zkraty, zemními spojeními nebo spínáním.

Hlavním cílem této bakalářské práce bylo finanční porovnání tří druhů mnou zvolených rekonstrukcí. Pro modelový příklad jsem si zvolil paprsek u vedení nízkého napětí, který se skládá ze tří polí stávajícího vedení AlFe 4x42/7mm o délce cca 126m. Rekonstrukce tohoto vedení se provádí z důvodu žádosti o nová odběrná místa na parcelách číslo 1990/1,2,3,4. Ocenění prací a materiálu bylo provedeno v programu Kros plus. Z mého pohledu, se v tomto případě jeví jako nejpraktičtější varianta č. 1 a to z toho důvodu, že varianta č. 2 je zbytečně nákladná a oproti variantě č. 3 máme paprsek kompletně izolovaný, což nese řadu výhod.

Seznam použité literatury

- [1] Hradílek Z.: Elektroenergetika distribučních a průmyslových sítí, skripta VŠB-TU Ostrava 2008
- [2] TRIVIUM elektrotechnika – Obsluha a práce na elektrických zařízeních ČSN EN 50110-1 ed.2 34 3100
- [3] Santarius, P.: Elektrické stanice a vedení, VŠB Ostrava 1993
- [4] Tlustý, J. a kol.: Monitorování, řízení a chránění elektrizačních soustav, ČVUT Praha 2011, ISBN 978-80-01-04940-2
- [5] Cepřecha R.: Řád preventivní údržby ČEZ Distribuce, a.s.
- [6] Tlustý, J. a kol.: Návrh a rozvoj elektroenergetických sítí, ČVUT Praha 2011, ISBN 978-80-01-04939-6
- [7] Podkladové materiály, Koncepce kabelových a venkovních vedení nízkého a vysokého napětí, ČEZ Distribuce; [http:// www.cezdistribuce.cz](http://www.cezdistribuce.cz)
- [8] http://tycoelectronics.cz/Energy/Catalogues/ZnO_omezovace_prepeti_nn_vn.pdf
- [9] <http://www.draka.cz/>

Seznam příloh

Příloha č. 1 Situační mapa – AYKY 3x120+70

Příloha č. 2 Náklady na rekonstrukci – AYKY 3x120+70

Příloha č. 3 Situační mapa – Posílení kabelem AES 4x95

Příloha č. 4 Náklady na rekonstrukci – Posílení kabelem AES 4x95